Descrição do Produto

O módulo GR901 é uma função de software que configura o hardware dos microcontroladores GR350, GR351, GR370 e GR371 da Série Grano, para implementar um contador rápido de 24 bits com vários modos de operação até 20 kHz e uma saída rápida tipo PTO (*pulse train output* - saída de trem de pulsos). O mesmo destina-se a aplicações de controle de movimento – *motion control* – permitindo a geração de pulsos para o desenvolvimento de curvas de aceleração e desaceleração com perfil trapeizodal ou tipo S.

Dados para Compra

Itens Integrantes

A função GR901 é fornecida através de CD-ROM contendo os seguintes itens:

- Módulos C-GR901.003 e C-GR901.004 a serem carregados no controlador programável
- Módulo função F-CONTR.004 para o contador rápido
- Módulo função F-SAIDR.009 para a saída rápida PTO
- Arquivo de configuração de E/S para o MasterTool (GR901.skn)
- Características Técnicas (CT) da função HardFlex GR901
- Contrato de licença

Código do Produto

O código da função é o seguinte:

Código	Denominação
GR901	HardFlex - Contador 24 bits e Saída PTO

Produtos Relacionados

Código	Denominação
GR350	Microcontrol 14ED 12SD Contador
GR351	Microcontrol 14ED 12SD Contador c/ Expansão
GR370	Microcontrol 14ED 12SD 4EA 2SA Termopar Contador
GR371	Microcontrol 14ED 12SD 4EA 2SA Termopar Contador c/ Expansão

Características do Contador

O Contador Rápido 24 bits permite a contagem de pulsos com freqüência de até 20 kHz de sinais de 24 V de tensão de pico. É compatível para aplicações com transdutores de posição óticos lineares ou rotativos, permitindo a utilização dos microcontroladores da Série Grano na execução de posicionamento de alta precisão.

Tem como principais características:

- Contador “Up/Down” programável de 24 bits;
- Entrada Zeramento (Reset);
- Entrada Congelamento de Contagem (Hold);
- 2 saídas de comparação configuráveis e 1 saída zero;
- Diagnóstico, leitura e escrita de operandos via software através do módulo F-CONTR.004.

As aplicações típicas deste contador são:

- Controle de posição e movimento;
- Sincronismo de operações em máquinas, utilizando sensores de pulso;
- Contagem rápida de eventos.

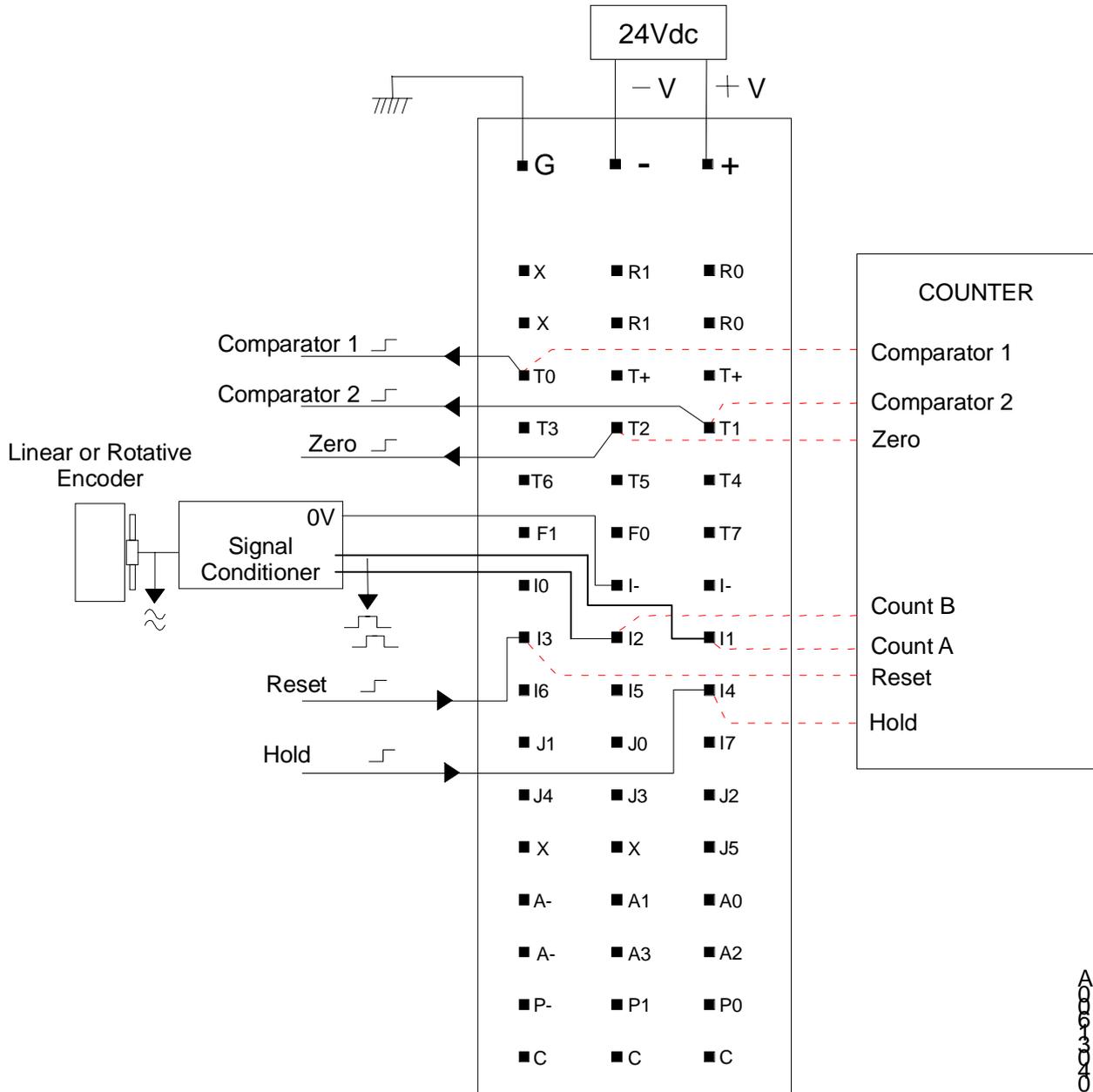
	Contador Rápido 24 bits
Tipo de Função	Contador rápido de 24 bits
Freqüência máxima de contagem	20 kHz
Número de contadores	1 (com 2 entradas para contagem, 1 entrada de zeramento e outra de congelamento além 3 saídas de comparação)
Tipo de Entrada	tipo sink
Impedância nominal de entrada	5,7 k•
Função das entradas (o código representa o borne em que o sinal está conectado)	I1- Contagem A I2- Contagem B I3- Zeramento (reset do contador) I4- Congelamento (inibição de contagem)
Função das saídas (o código representa o borne em que o sinal está conectado)	T0- Comparador 1 T1- Comparador 2 T2- Zero
Modos de operação das entradas	0 – Pulso na entrada Contagem A -> Incrementa contador; Pulso em Contagem B -> Decrementa o contador. 1 – Nível do sinal na entrada Contagem A dá o sentido da contagem e pulsos na entrada Contagem B incrementam ou decrementam a contagem 2 – Uso com transdutor de posição. Pulsos em quadratura provenientes do transdutor de posição são inseridos nas entradas Contagem A e Contagem B, a decodificação dos pulsos gera quatro contagens por período 3 – Idem ao modo 2, mas com duas contagens por período
Nível dos sinais de entrada	24 Vdc nominal (15 a 30 Vdc para estado 1) 0 a 5 Vdc para estado 0
Funções executadas via software	Leitura em tempo real do valor atual do contador Escrita do valor do contador Escrita do valor dos comparadores Zeramento (Reset) e congelamento (Hold) do valor do contador Parametrização do contador Monitoração do estado atual do contador
Forma de atualização do operando de contagem	Atualização via módulo função (F-CONTR.004) dependente do aplicativo ou sob demanda de interrupção de tempo (E018) ou externa (E020)
Tempo mínimo de execução da função	560 us (tempo para leitura do valor do contados e do status do mesmo)
Tempo máximo de execução da função	1,61 ms (tempo para leitura do valor do contados e do status do mesmo mais a escrita do contador e dos dois comparadores)
Diagnóstico	Bytes de Diagnóstico monitoráveis via software MasterTool ou supervisórios.
Parâmetros configuráveis	Modo de contagem Saídas de Comparação e passagem por zero Entradas e saídas utilizadas pelo contador

Notas da tabela:

1 – As entradas e saídas utilizadas pelo contador são alocadas nas entradas e saídas digitais dos microcontroladores da Série Grano, nos bornes indicados. As entradas do contador também podem ser lidas como entradas digitais normais além de acionarem o contador. As saídas alocadas são utilizadas exclusivamente pelo contador, não podendo assim ser acionadas como saídas digitais comuns para outros fins da aplicação.

Instalação do Contador

A conexão das entradas e as saídas utilizadas pelo contador à borneira do microcontrolador da Série Grano deve ser feita conforme o diagrama descrito a seguir.

O diagrama ilustra a conexão a um transdutor de posição ótico linear, mas vários outros transdutores e sensores podem ser utilizados. O sinal de entrada deve ser compatível com o nível 24 Vdc. Os transdutores óticos de posição lineares necessitam em geral de adaptadores de sinal para gerar pulsos de 24 Vdc.

Notas do diagrama:

1 – Somente as entradas I1, I2, I3 e I4 podem ser utilizadas como entradas do contador rápido;

2 – As entradas do contador que não forem configuradas (Congelamento ou Zeramento) são utilizadas como entradas digitais comuns;

3 – Somente as saídas a transistor T0, T1 e T2 podem ser configuradas como saídas do contador se necessário;

4 – As saídas do contador que não forem configuradas (T0 - Comparador 1, T1 - Comparador 2 ou T2 - Zero) são utilizadas como saídas digitais comuns.

5 – As entradas digitais dos produtos GR350, GR351, GR370 e GR371 tem padrão de 24 Vdc tipo sink. Os transdutores de posição ou sensores devem ser compatíveis com este nível ou usar adaptadores de nível.

6 – Deve-se utilizar cabos com blindagem aterrada para evitar problemas de ruído elétrico induzido comumente existente em instalações industriais.

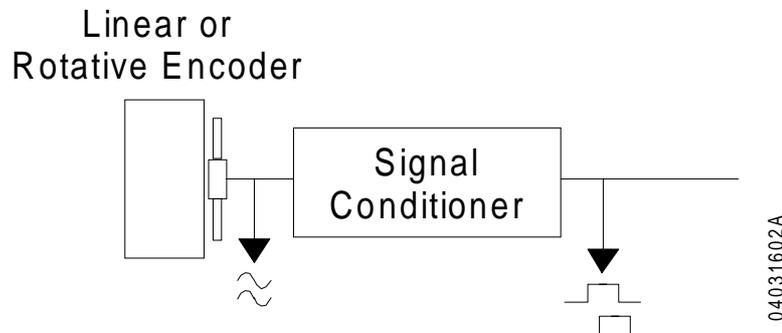
Borneira de Interligação

A borneira para interligação dos sinais de campo está descrita em sua configuração para o modelo Grano GR371. Para os outros modelos, os sinais, quando existirem, ocupam as mesmas posições. Maiores detalhes poderão ser encontrados no manual do usuário.

+	R0	R0	T+	T1	T4	T7	I-	I1	I4	I7	J2	J5	A0	A2	P0	C
-	R1	R1	T+	T2	T5	F0	I-	I2	I5	J0	J3	X	A1	A3	P1	C
G	X	X	T0	T3	T6	F1	I0	I3	I6	J1	J4	X	A-	A-	P-	C

- Saídas a relé: 2 relés contato seco : R0-R0 e R1-R1
- Saídas a Transistor: 8 saídas de potência: T0, T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7
  Alimentação: T+, T+
- Saídas rápidas: 2 saídas: F0, F1
- Entradas Digitais: 14 entradas: I0, I1, I2, I3, I4, I5, I6, I7, J0, J1, J2, J3, J4, J5
  comum: I-, I-
- Entradas Analógicas: 4 entradas 0 a 10 Vdc: A0, A1, A2, A3
- 2 Entradas termopar: A0, A1
- comum dos sinais analógicos A-, A-
- Saídas Analógicas: 2 saídas 0 a 10 Vdc: P0, P1
  comum: P-
- Bornes não usados: X
- Bornes em comum: C
- Alimentação: 24 Vdc: + , -
- Terra: G

Conexão com Transdutores de Posição

O esquema básico de interfaceamento do módulo com transdutores óticos é apresentado a seguir:

O transdutor ótico (linear ou rotativo) fornece sinais defasados de 90° entre si, com baixa capacidade de corrente.
O condicionador de sinais recebe os sinais do transdutor, amplifica estes sinais e os transforma em sinais retangulares que são enviados para o módulo. Além disto, o condicionador de sinais fornece a alimentação para o sistema de lâmpadas/fotocélulas do transdutor.

O condicionador de sinais deve situar-se o mais próximo possível do transdutor e as ligações entre os elementos do sistema devem ser feitas por meio de cabos blindados aterrados em uma das extremidades.

Para obter-se informações sobre o cabo que é ligado ao módulo contador rápido, deve-se consultar as especificações sobre o cabo que é ligado ao módulo com contador rápido, deve-se consultar as especificações do condicionador de sinais ou as do próprio transdutor ótico, (caso ela possua internamente o condicionador de sinais), com relação ao comprimento máximo do cabo.

Os seguintes sinais, provenientes do condicionador de sinais, devem ser conectados ao módulo com contador rápido:

- Os dois canais de saída às entradas Contagem A e B do módulo
- O terra (GND) e a blindagem à entrada GND
- Opcionalmente, o sinal de referência ou marca zero à entrada de Zeramento (Reset).

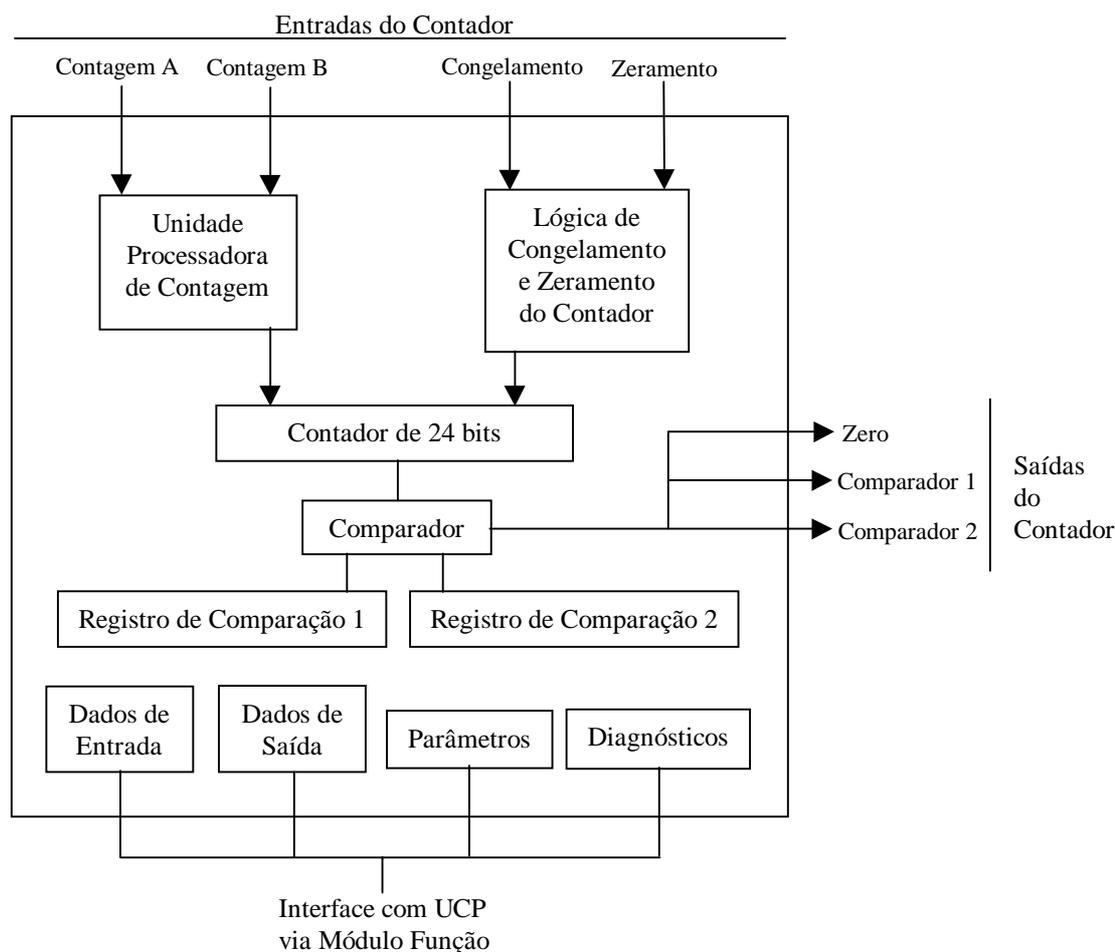
Trocando-se entre si as ligações do A e B, inverte-se o sentido da contagem.

Utilização do Contador

Descrição Funcional

O contador rápido possui entradas, saídas, registradores internos e lógica de processamento conforme o diagrama abaixo. .

A leitura do contador e diagnóstico são disponíveis em operandos definidos no instante da configuração do aplicativo no MasterTool, permitindo assim total controle do contador pelo software aplicativo.

A função HardFlex contador rápido é acessada pelo software aplicativo através do Módulo Função F-CONTR.004 utilizando operandos %F (real) e %A (auxiliar) ou %M (memória). O valores a serem lidos ou escritos no contador e nos comparadores são representados pelos operandos %F definidos no momento da configuração do contador. Comandos e status são escritos e lidos do contador via operandos auxiliares %A ou memória %M.

Componentes do Contador

- Contador

A função possui como padrão um contador binário de 24 bits, cobrindo a faixa de números inteiros entre –8.388.608 e +8.388.607.

Quando ocorre estouro de contagem positiva (“overflow”) ou negativa (“underflow”) o contador assume o valor zero (0), recomeçando a contagem na mesma direção que estava contando antes do estouro de contagem.

Obs.: Apesar de o contador ser binário com sinal seus valores de contagem e comparação são convertidos em operandos reais para utilização por parte do software da UCP e do aplicativo.

- Entradas de Contagem

A contagem é realizada em função dos sinais elétricos presentes nas entradas Contagem A e B. Estes sinais são interpretados pela unidade processadora de contagem, que, conforme o modo de operação, determina o número de pulsos de contagem e a sua direção, ascendente ou descendente.

- Entrada Zeramento

O valor do contador também pode ser zerado externamente por meio da ativação (nível alto) da entrada Zeramento (Reset). A atuação desta entrada depende de habilitação fornecida por software durante a parametrização do contador.

- Entrada Congelamento

  O processo de contagem permanecerá parado enquanto a entrada de congelamento de contagem estiver ativa (nível alto) mesmo que haja pulsos de contagem nas entradas Contagem A ou B. A atuação desta entrada também depende de habilitação durante a parametrização do contador

- Registradores de comparação

  Associado ao contador existem 2 (dois) registradores de comparação de 24 bits independentes entre si, cujos valores são escritos via software aplicativo. São geradas transições nos sinais de saída de comparação em todos os momentos em que o valor de contagem atingir os valores dos registradores de comparação. São alocados pontos de saída digital a transistor para receber estes sinais de comparação.

- Saídas

  O contador rápido pode ser configurado a gerar até 3 (três) sinais de saída independentes, que são:

  - Comparador 1: é gerado um pulso nesta saída quando o valor do contador for igual ao valor do registrador de comparação 1;
  - Comparador 2: é gerado um pulso nesta saída quando o valor do contador for igual ao valor do registrador de comparação 2;
  - Zero: é gerado um pulso nesta saída toda vez que o valor do contador for igual a zero.

  Obs.: Os pulsos gerados nas saídas do contador têm duração mínima de 50 ms.

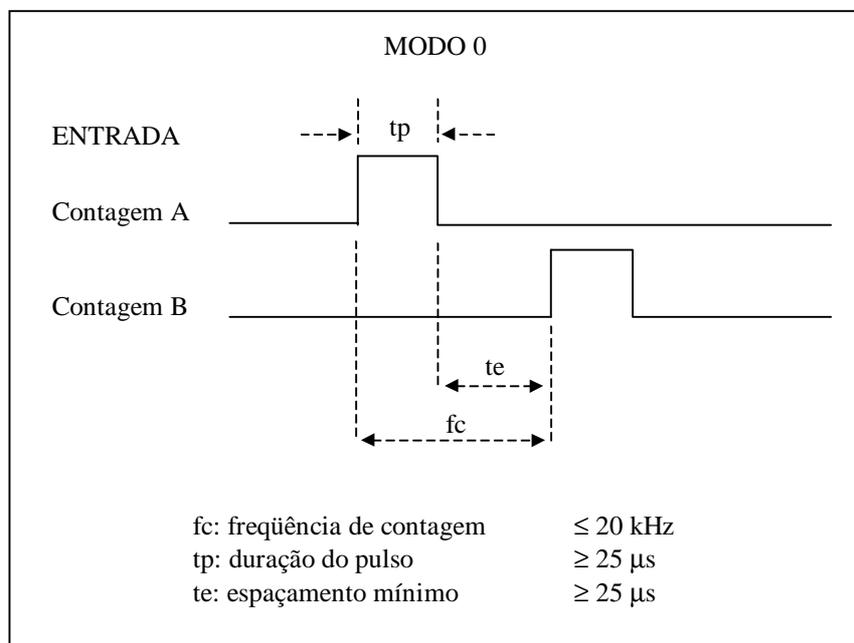
Modos de Contagem

A unidade processadora de contagem pode operar em quatro modos distintos, atendendo a um amplo espectro de aplicações. Sua programação é realizada por meio da parametrização via software MasterTool (ver tabela do octeto de parametrização no item Programação).

- Modo 0

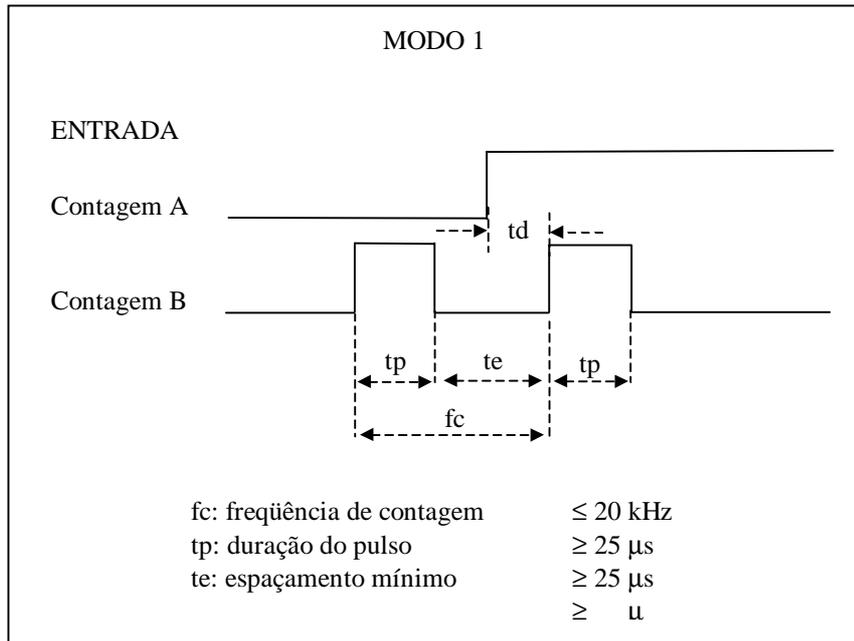
  Nesta configuração, um pulso positivo aplicado ao canal A produz um incremento do valor do contador, enquanto que no canal B, produz um decremento do valor de contagem.

  Se for desejada uma contagem unidirecional, basta utilizar somente o canal desejado, deixando o outro aterrado.

  Neste modo observam-se os seguintes limites de freqüência:

Nota:

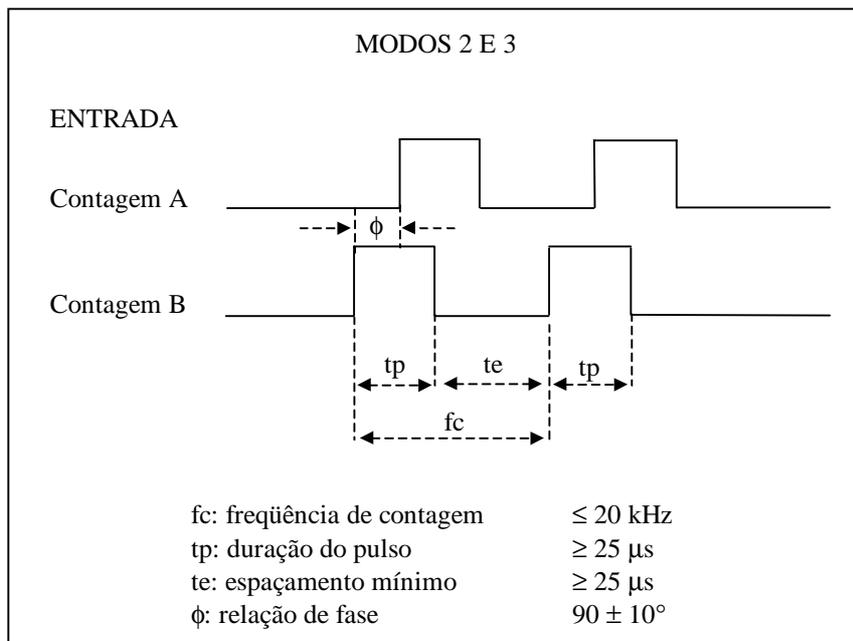
O tempo “te” de espaçamento mínimo deve ser obedecido entre pulsos consecutivos aplicados a um mesmo canal e também entre pulsos aplicados nos canais A e B como mostra a figura.

- Modo 1

Com a seleção do modo 1, o pulso de contagem deve ser aplicado à entrada B, enquanto que o sentido de contagem é aplicado à entrada A. Nível lógico 1 na entrada A implica em contagem ascendente e nível lógico 0, em contagem descendente.
Neste modo observam-se os seguintes limites de freqüência:

- Modos 2 e 3

  Nestes modos a unidade processadora de contagem decodifica os sinais de entrada em quadratura de acordo com o padrão usualmente fornecido por transdutores óticos de posição. O sentido de contagem é obtido a partir da relação de fase entre os sinais (a contagem é incrementada se o pulso na entrada de Contagem A estiver adiantado em relação ao pulso na entrada de Contagem B e decrementada se o pulso em B estiver adiantado em relação ao pulso em A), enquanto que os pulsos de contagem estão relacionados com as transições.

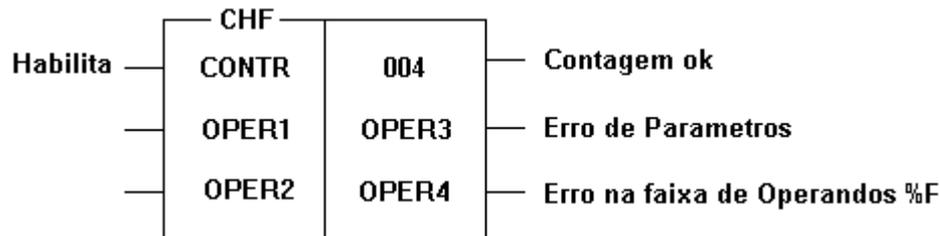
  No modo 2 são gerados 4 pulsos de contagem por período do sinal de entrada (x 4), enquanto que no modo 3 são gerados 2 pulsos por período (x 2).

  Os limites de freqüência envolvidos nestes casos são:

Os limites são especificados em função da tolerância da relação de fase existente entre os dois sinais.

A aplicação básica destes dois modos é o interfaceamento com transdutores óticos de posição.

Programação

Programação – F-CONTR.004

A função F-CONTR.004 realiza o interfaceamento do programa aplicativo com o Contador Rápido 24 bits do HardFlex modelo GR900 dos controladores da Série Grano. Esta função também é utilizada para interfaceamento com outros modelos de HardFlex que possuam contadores rápidos.

Parametrização

O contador rápido é parametrizado através de um byte utilizando a tabela a seguir:

Bits do byte de parametrização								**Descrição**
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**	
						0	**0**	Modo 0 – A incrementa e B decrementa
						0	**1**	Modo 1 – A informa o sentido e B conta
						1	**0**	Modo 2 – Quadratura, 4 contagens por período
						1	**1**	Modo 3 – Quadratura, 2 contagens por período
					0			Desabilita saída física do comparador 1 (saída T0)
					1			Habilita saída física do comparador 1 (saída T0)
				0				Desabilita saída física do comparador 2 (saída T1)
				1				Habilita saída física do comparador 2 (saída T1)
			0					Desabilita saída física do comparador Zero (saída T2)
			1					Habilita saída física do comparador Zero (saída T2)
		0						Desabilita entrada física de zeramento (entrada I3)
		1						Habilita entrada física de zeramento (entrada I3)
	0							Desabilita entrada física de congelamento (entrada I4)
	1							Habilita entrada física de congelamento (entrada I4)
0								Zera o contador ao atingir os valores de overflow e underflow
1								Zera contador ao atingir valor do registro de comparação 2

Notas da Tabela:

Bits 0 e 1 – Estes bits selecionam o modo de operação do contador rápido:

00 – Pulso na entrada Contagem A -> Incrementa contador; Pulso em Contagem B -> Decrementa o contador;

01 – Nível do sinal na entrada Contagem A dá o sentido da contagem e pulsos na entrada Contagem B incrementam ou decrementam a contagem;

10 – Uso com transdutor de posição. Pulsos em quadratura provenientes do transdutor de posição são inseridos nas entradas Contagem A e Contagem B, a decodificação dos pulsos gera quatro contagens por período;

11 – Idem ao modo 2, mas com duas contagens por período.

Bit 2 – Quando em 1 habilita a saída física do comparador 1 no borne da saída T0. Toda vez que o valor do contador for igual ao valor do comparador 1 será gerado na saída T0 um pulso com duração mínima de 50ms.

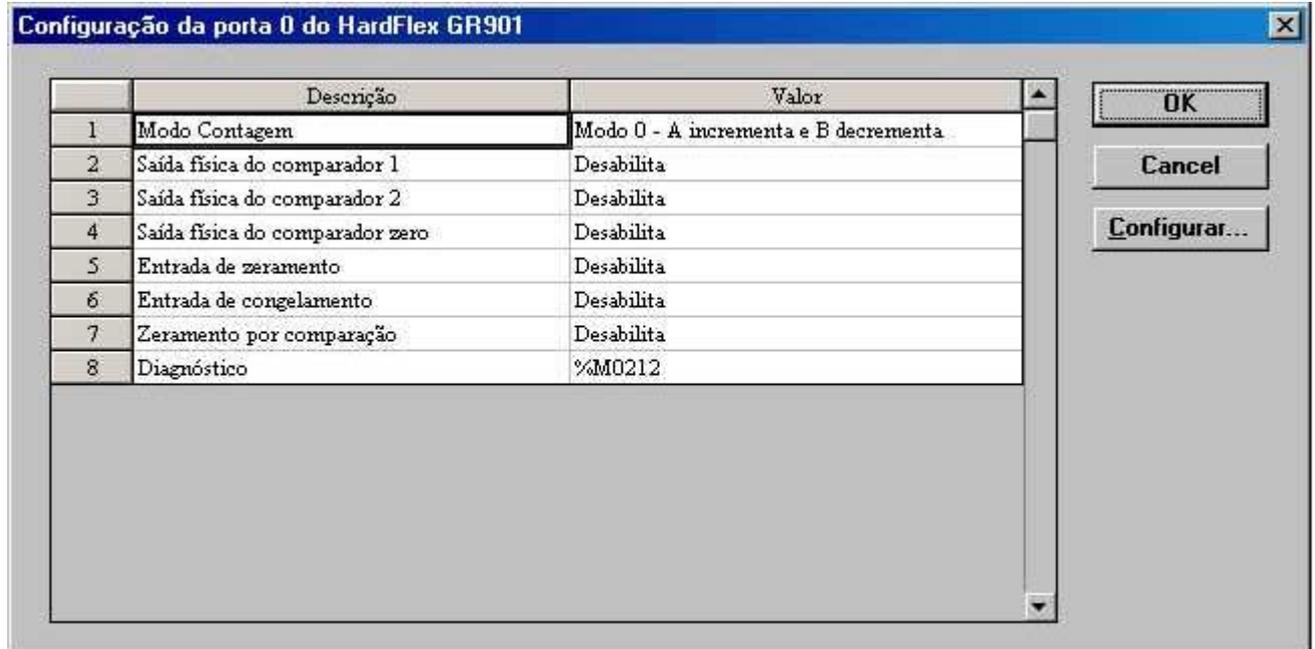
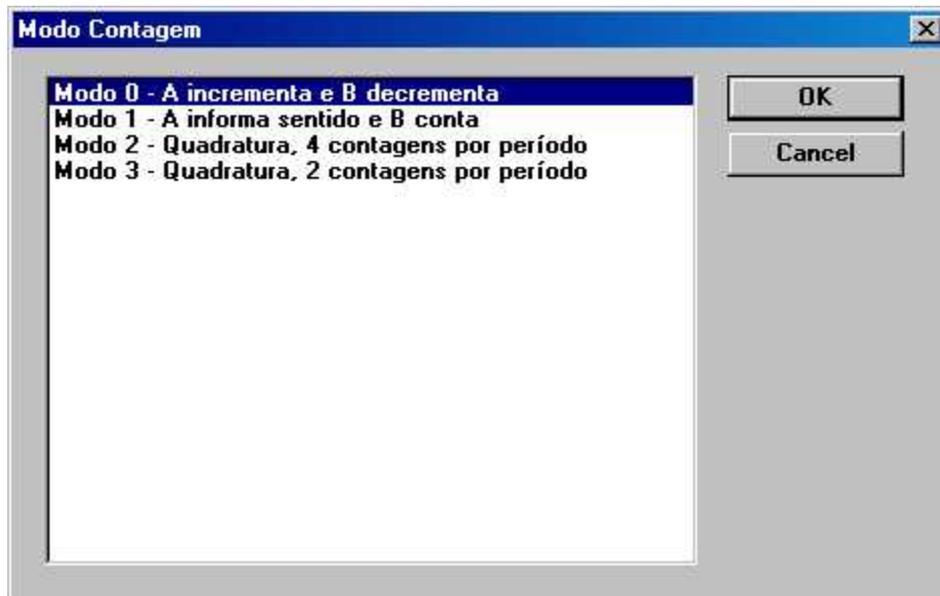
Bit 3 – Quando em 1 habilita a saída física do comparador 2 no borne da saída T1. Toda vez que o valor do contador for igual ao valor do comparador 2 será gerado na saída T1 um pulso com duração mínima de 50ms.

Bit 4 – Quando em 1 habilita a saída física do comparador Zero no borne da saída T2. Toda vez que o valor do contador for igual a zero será gerado na saída T2 um pulso com duração mínima de 50ms.

Bit 5 – Quando em 1 habilita a entrada de zeramento externa do contador via borne de entrada I3. O contador é zerado (resetado) sempre que for aplicado nível alto de sinal na entrada I3.

Bit 6 – Quando em 1 habilita a entrada de congelamento de contagem externa do contador via borne de entrada I4. A contagem permanecerá congelada enquanto for aplicado nível alto de sinal na entrada I4.

Bit 7 – Quando em 1 habilita o zeramento (reset) do contador sempre que o mesmo atingir valor de contagem igual ao valor do comparador 2. Quando em 0 o contador somente será zerado após atingir valores de *overflow* (+8.388.607) ou *underflow* (-8.388.608).

Os dados da tabela acima, assim como o operando de diagnóstico do contador rápido devem ser configuradas através do Software Programador MasterTool. Para realizar estas configurações é necessário entrar na tela correspondente através do botão Barramento do módulo C. Ao entrar nesta clique sobre a linha do contador (que é a primeira linha do GR901) e clicar no botão parâmetros.

As configurações mostradas na figura acima são as padrões. Para alterar cada uma das opções é necessário clicar sobre a opção que se deseja modificar e então clicar no botão configurar. Uma nova tela é aberta e nesta o parâmetro em questão pode ser alterado.

Na figura acima pode-se ver as opções possíveis para o modo de operação do contador rápido. Após selecionar a opção desejada basta clicar em OK para confirmar as alterações. As outras opção de parâmetros podem ser configuradas analogamente a esta. Também desta maneira é possível entrar na tela que configura o operando de diagnóstico do contador rápido.

Cabe frisar que a nova parametrização só será carregada quando o novo módulo C, com as modificações que acabaram de ser feitas, for carregado no Microcontrolador.

Operandos

As células da instrução CHF utilizada para a chamada da função são programadas do seguinte modo:

- **OPER1** - Especifica o número de parâmetros que são passados para a função em OPER3. Este operando deve ser obrigatoriamente uma constante memória com valor 6 (%KM+00006).

- **OPER2** - Deve ser um operando do tipo constante memória com valor 0 (%KM+00000). Determina o número de parâmetros possíveis de serem programados na janela de edição de OPER4. Como esta função não necessita de nenhum parâmetro em OPER4, o valor de OPER2 é 0.

- **OPER3** - Contém os parâmetros que são passados para a função, declarados quando a instrução CHF for editada. O número de parâmetros editáveis é especificado em OPER1, sendo fixo em 6 para este módulo:

%KMXXXX – Posição do módulo no barramento Grano. Para contadores internos ao controlador (HardFlex) este valor deve ser %KM0000.

É importante que este parâmetro seja configurado corretamente, pois uma configuração errada comprometerá o funcionamento deste dispositivo e de outros nestes mesmo HardFlex.

%KMXXXX – Modelo de HardFlex ou módulo no qual está o contador ao qual se deseja executar algum comando.

%KM0001 – GR900

%KM0002 – GR901

%KM0003 – GR902

%KM0004 – GR903

%KMXXXX – Número do contador no qual se deseja executar algum comando. No caso do GR901 existe apenas um contador, ou seja qualquer comando é dado para este e o parâmetro deve ser sempre %KM0001. Outros modelos de HardFlex poderão conter mais de um contador o que implica na necessidade deste byte para um módulo F que busca ser genérico. Ex.: Se o comando é para o segundo contador do HardFlex, o valor será %KM0002.

É importante que este parâmetro seja configurado corretamente, pois uma configuração errada comprometerá o funcionamento deste dispositivo e de outros nestes mesmo HardFlex.

%FXXXX ou %TFXXXX – Primeiro operando de leitura e escrita do contador. São quatro operandos na seguinte ordem:

Valor lido do Contador.

Valor a ser escrito no Contador.

Valor a ser escrito no Comparador 1.

Valor a ser escrito no Comparador 2.

Em caso de %TFXXXX esta ordem representa o numero do índice da tabela que deve possuir 4 posições. Para %FXXXX este representa Valor lido do Contador, enquanto as outras opções estão nos 3 operandos disponíveis na seqüência.

%AXXXX ou %MXXXX - Operando onde está armazenado o status do contador.

Byte de Status (%A ou %M)								Descrição
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**	
							0	Contagem normal
							1	Overflow na contagem
						0		Contagem normal
						1		Underflow na contagem
					0			Direção de contagem DOWN
					1			Direção de contagem UP
				0				Contagem diferente do comparador 1
				1				Contagem igual ao comparador 1
			0					Contagem diferente do comparador 2
			1					Contagem igual ao comparador 2
		0						Contagem diferente de zero
		1						Contagem igual a zero
0	**0**							Sempre zeros

Notas da Tabela:

Bit 0 – É acionado sempre que o valor do contador estourar positivamente, ou seja, passar por +8.388.607. Deve ser zerado pela aplicação através do bit 2 do 2º byte de comando.

Bit 1 – É acionado sempre que o valor do contador estourar negativamente, ou seja, passar por -8.388.608. Deve ser zerado pela aplicação através do bit 2 do 2º byte de comando.

Bit 2 – Mostra em que direção ocorreu a última contagem. Quando em 1 significa que a última contagem ocorreu na direção UP, ou seja, o contador foi incrementado. Quando em 0 significa que a última contagem ocorreu na direção DOWN, ou seja, o contador foi decrementado.

Bit 3 – É acionado sempre que o valor do contador for igual ao valor do comparador 1. Este bit será desacionado assim que houver a primeira leitura do byte de status por parte do aplicativo, desde que o valor do contador não seja mais igual ao valor do comparador 1.

Bit 4 – É acionado sempre que o valor do contador for igual ao valor do comparador 2. Este bit será desacionado assim que houver a primeira leitura do byte de status por parte do aplicativo, desde que o valor do contador não seja mais igual ao valor do comparador 2.

Bit 5 – É acionado sempre que o valor do contador for igual a zero. Este bit será desacionado assim que houver a primeira leitura do byte de status por parte do aplicativo, desde que o valor do contador não seja mais igual a zero.

Quando este parâmetro estiver configurado como sendo um operando %M, o byte de status descrito acima é armazenado no byte alto do operando.

%AXXXX ou %MXXXX – Comando que diz qual o procedimento que será executado na chamada atual da função. Possui dois bytes e no caso de %AXXXX, o operando declarado é o mais significativo e o seguinte o menos significativo.

1° Byte de Comando(%A ou %M)								Descrição
7	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**	
							0	Contagem normal
							1	Escreve no contador
						0		Contagem normal
						1		Escreve no comparador 1
					0			Contagem normal
					1			Escreve no comparador 2
0	**0**	**0**	**0**	**0**				Sempre zeros

2° Byte de Comando(%A ou %M)								Descrição
7	6	5	4	3	2	1	0	
							0	Contagem normal
							1	Inibe contagem (congela valor do contador)
						0		Contagem normal
						1		Zera registrador de contagem
					0			Contagem normal
					1			Zera bit de status de overflow/underflow
0	0	0	0	0				Sempre zeros

Notas das tabelas:

1 - O comando de zeramento do contador (bit 1 do segundo byte de comando) tem prioridade sobre os outros comandos. Se houver comandos de congelamento, zeramento e escrita do valor do contador simultaneamente por exemplo, o contador será somente zerado, não mantendo seu valor atual nem recebendo o novo valor;

2 - Os comandos de congelamento de contagem e escrita no contador não são conflitantes, podendo ser executados simultaneamente;

3 - Os comandos de escrita nos comparadores são independentes entre si e do contador, podendo ser executados simultaneamente a outros comandos;

4 – O comando de escrita no contador deve ser usado dando apenas um pulso, ou seja, ligando por uma varredura. Este fato impede que leituras errôneas ocorram caso estejam sendo gerados pulsos durante a escrita.

5 - Os comandos do 2º byte estendem-se até uma nova chamada da função solicitando contagem normal.

Entradas e Saídas

Descrição das entradas:

- Habilita - quando esta entrada está energizada a função é chamada, sendo analisados os parâmetros programados na instrução CHF. Caso os mesmos estejam incorretos, a respectiva saída de erro da função é energizada. Se estiverem corretos, os comandos contidos nos bytes auxiliares %AXXXX são executados, realizando as operações de leitura e escrita conforme especificado. Quando a entrada habilita estiver desenergizada, as instruções anteriormente enviadas ao módulo são mantidas, não executando nenhuma operação de leitura ou escrita no mesmo.

Descrição das saídas:

- Contagem ok – é ativada para indicar sucesso na tentativa de realizar a operação solicitada. Sempre que a operação for concluída com sucesso essa saída é ligada e as restantes são desligadas. Se esta saída estiver desligada significa que algo de errado ocorreu no processo, sendo que o resultado pode ser ou não indicado numa das outra duas saídas.
- Erro parâmetros - é ativada quando existe alguma inconsistência nos parâmetros passados para a função.
- Erro na faixa de operandos %F - é ativada quando um de um operando %F de escrita do modo contagem ultrapassar a faixa de 24 bits com sinal, ou seja, o valor for maior que +8.388.607 ou menor que –8.388.608.
- Todas as saídas desligadas - indica erro na comunicação com os dispositivos selecionados.

Operando de Diagnóstico

Os CPs da Série Grano que possuem Arquitetura HardFlex disponibilizam ao usuário um operando %M com diagnósticos dos pontos de saída a transistor integrados ao microcontrolador e diagnósticos do contador pertencentes à função HardFlex GR901. Este operando é definido através do módulo C, e possui o seguinte formato:

Operando %M																Descrição
15	**14**	**13**	**12**	**11**	**10**	**9**	**8**	**7**	**6**	**5**	**4**	**3**	**2**	**1**	**0**	
															0	Contagem normal
															1	Overflow na contagem
														0		Contagem normal
														1		Underflow na contagem
													0			Direção de contagem DOWN
													1			Direção de contagem UP
												0				Contagem diferente do comparador 1
												1				Contagem igual ao comparador 1
											0					Contagem diferente do comparador 2
											1					Contagem igual ao comparador 2
										0						Contagem diferente de zero
										1						Contagem igual a zero
			x	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**							Reservado
		0														Sobrecarga nas saídas a transistor.
		1														Saídas a transistor em funcionamento normal.
x	**x**															Reservado

Este operando assim como os outros declarados no módulo C (na opção Barramento, Configurar) são atualizados independente de qualquer chamada de função. A cada 100 ms o microcontrolador acessa um dos dispositivos declarados (cada dispositivo está representado numa linha da tabela) e atualiza o conteúdo do seu diagnóstico. Por exemplo se estiver configurado o Contador mais outros dois dispositivos o tempo de atualização será três vezes maior que 100 ms, ou seja, 300 ms.

Em casos nos quais o tempo de ciclo do aplicativo é maior que 100 ms, a cada ciclo de varredura é acessado o diagnóstico de um dispositivo declarado.

Características da Saída PTO

Além do Contador Rápido 24 bits a Função HardFlex GR901 também implementa uma saída rápida tipo PTO (Pulse Train Output - saída de trem de pulsos) até 20kHz.

A saída PTO tem como principais características:

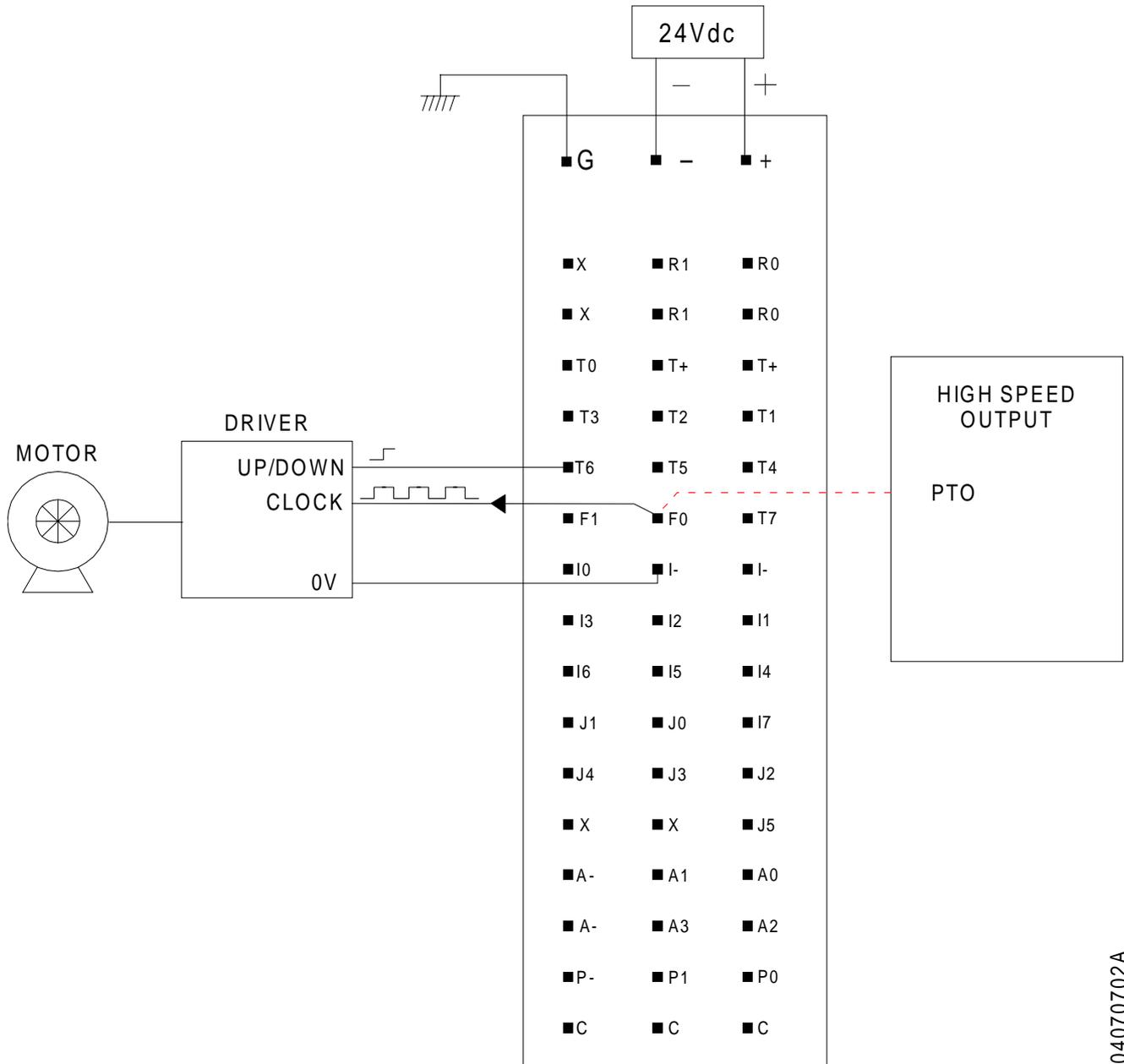
- Saída em trem de pulso configurável com dois perfis: curva S ou trapezoidal;
- Fases de aceleração, regime permanente (running state) e desaceleração configuráveis;
- Uma saída rápida exclusiva para PTO;
- Diagnóstico, leitura e escrita de operandos via software através do módulo função F-SAIDR.009.

As aplicações típicas da saída PTO são:

- Acionamento de máquinas e motores;
- Controle de posição e movimento;
- Sincronismo de operações em máquinas;

	Saída PTO
Tipo de Função	Saídas Rápidas PTO/PWM e freqüência
Freqüência máxima de geração de pulsos	20kHz
Erro máximo na faixa de operação	15% da freqüência programada
Numero máximo de saídas utilizadas	1 rápida (borne F0)
Função da saída **(o código representa o borne em que o sinal está conectado)**	F0- Saída PTO (saída de trem de pulsos)
Funções executadas via software	Escrita do valor do número de pulsos a serem gerados (24 bits) Escrita do número de pulsos a serem gerados na aceleração/desaceleração Início/Fim de operação da saída(start/stop via SW) Diagnósticos da saída rápida PTO Monitoração do estado atual da saída rápida PTO
Forma de acesso aos operandos da saída rápida PTO	Atualização via módulo função (F-SAIDR.009) dependente do aplicativo ou sob demanda de interrupção de tempo (E018) ou externa (E020)
Tempo mínimo de execução da função	450 us (tempo para acesso ao status da saída PTO durante execução de trem de pulsos)
Tempo máximo de execução da função	4,8 ms (tempo para acesso ao status da saída PTO mais escrita do perfi e número de pulsos e disparo do trem de pulsos)
Diagnóstico	Bytes de Diagnóstico monitoráveis via software MasterTool

Instalação das Saída Rápida PTO

A conexão das saídas utilizadas pelas funções de saídas rápidas à borneira do controlador Grano deve ser feita conforme o diagrama descrito a seguir.

Notas do diagrama:

1 – Somente a saída F0 pode ser configurada como saída da função HardFlex saída PTO;

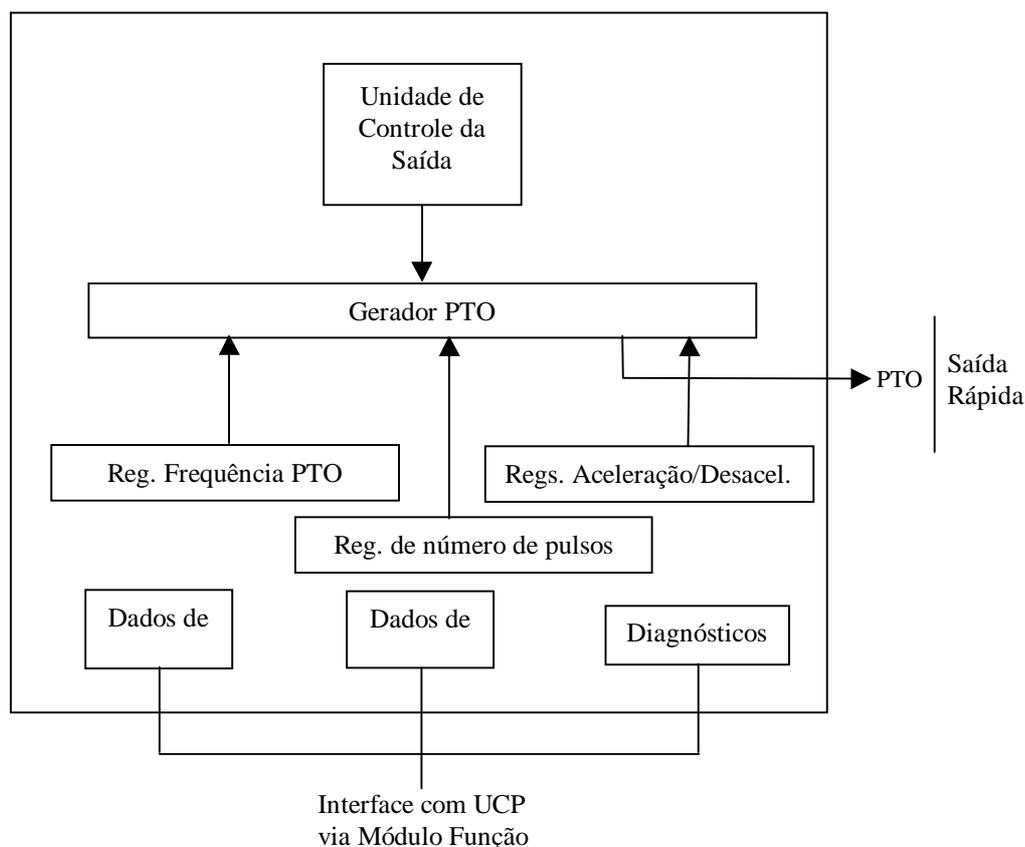
2 – O sinal que define a direção do movimento, UP – DOWN no drivers (também indicado como RIGHT – LEFT por alguns fabricantes) é implementado utilizando uma saída transistorizada comum do microcontrolador. O acionamento deve ser controlado diretamente pelo programa de aplicação.

Utilização da Saída PTO

Descrição Funcional

A saída PTO possui registradores internos, lógica de processamento e entradas conforme o diagrama e são descritos a seguir.

O envio de comandos e leitura diagnóstico são disponíveis em operandos definidos no instante da configuração do aplicativo no MasterTool, permitindo assim total controle da saída PTO pelo software aplicativo.

A saída PTO é acessada pelo software aplicativo através do Módulo Função F-SAIDR.009 utilizando operandos %F (real) ou %TF (tabela de real), %M (memória) ou %A (auxiliar). O valores de números de pulsos a serem gerados, número de pulsos de fase de aceleração/desaceleração e o valor da frequência a ser gerada são representados por operandos %F ou %TF definidos no momento da configuração da função saídas rápidas. Comandos, estados e diagnósticos são acessados via operandos auxiliares %A ou %M.

Componentes das Funções de Saídas Rápidas

- Gerador PTO

  O gerador PTO é responsável por gerar um determinado número de pulsos de acordo com os valores existentes nos registradores de freqüência PTO, aceleração e desaceleração e número de pulsos. Ele recebe dados e comandos da unidade de controle das saídas e da UCP para geração do sinal de saída PTO.

  Obs.: Apesar de o valor do número de pulsos gerados ser binário (24 bits) há uma conversão em operandos reais para utilização por parte do software da UCP e do aplicativo.

- Registrador de número de pulsos

  O registrador de número de pulsos contém o valor total de pulsos a serem gerados durante a ativação da saída rápida PTO. O valor desse registrador pode variar de 0 a +8.388.607 (valor inteiro).

  Obs.: Apesar de o valor do número total de pulsos ser binário de 24 bits há uma conversão em operandos reais para utilização por parte do software da UCP e do aplicativo.

- Registrador de freqüência PTO

  Associado à saída PTO existe o registrador de freqüência PTO cujo valor determina a freqüência de operação da saída na fase de regime permanente. O valor do registrador pode variar entre 10 e 20.000 representando freqüências de 10 Hz a 20 kHz.

- Registradores de aceleração/desaceleração

  Os registradores de aceleração/desaceleração da saída PTO contêm o número de pulsos a ser gerado nas fases de aceleração e desaceleração da saída. As fases de aceleração e desaceleração PTO possuem o mesmo número de pulsos gerados. O valor desse registrador pode variar de 0 a +4.194.303 (valor inteiro).

  Obs.: Apesar de o valor do número de pulsos de aceleração/desaceleração ser binário de 24 bits há uma conversão em operandos reais para utilização por parte do software da UCP e do aplicativo.

- Unidade de Controle da Saída

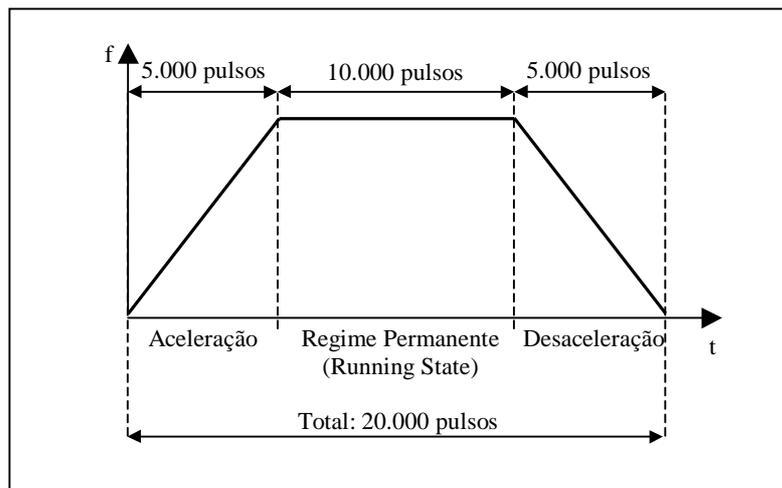
  A Unidade de Controle da Saída analisa os dados provenientes do software aplicativo para determinar o modo de operação das saídas, ativação e desativação da mesma, o perfil de operação e o controle das fases de aceleração, regime permanente e desaceleração. É também responsável por enviar para o software aplicativo o dado que mostra a fase em que saída PTO se encontra.

- Saída Rápida

  - Saída PTO: saída de geração de trem de pulsos – PTO.

Operação da Saída PTO

A saída PTO gera um trem de pulsos com número de pulsos, aceleração, desaceleração e freqüência configuráveis via aplicativo.

A seguir tem-se um exemplo do funcionamento da saída PTO configurada para gerar 20.000 pulsos no total, sendo 5.000 na fase de aceleração/desaceleração (o eixo vertical representa a freqüência e o eixo horizontal representa o tempo):

A freqüência de saída parte de 0 Hz até a freqüência definida pelo usuário na fase de aceleração, então inicia-se a fase de regime permanente onde é gerado o número de pulsos total configurado complementar aos pulsos das fases de aceleração/desaceleração. Após completar o número de pulsos da fase de regime permanente a saída rápida entra na fase de desaceleração, onde a freqüência do trem de pulsos varia do valor predefinido até 0 Hz completando-se o acionamento da saída rápida. O número total de pulsos definidos pelo usuários, que representa a nova posição é, desta forma, alcançado.

Programação

Programação – F-SAIDR.009

A função F-SAIDR.009 realiza o interfaceamento do programa aplicativo com as saídas PTO do HardFlex modelo GR901 dos controladores da Série Grano. Esta função também é utilizada para o interfaceamento com outros modelos de HardFlex que possuam saídas PTO.

Saída PTO

Operandos

As células da instrução CHF utilizada para a chamada da função são programadas do seguinte modo:

- **OPER1** - Especifica o número de parâmetros que são passados para a função em OPER3. Este operando deve ser obrigatoriamente uma constante memória com valor 6 (%KM+00006).

- **OPER2** - Deve ser um operando do tipo constante memória com valor 0 (%KM+00000). Determina o número de parâmetros possíveis de serem programados na janela de edição de OPER4. Como esta função não necessita de nenhum parâmetro em OPER4, o valor de OPER2 é 0.

- **OPER3** - Contém os parâmetros que são passados para a função, declarados quando a instrução CHF for editada. O número de parâmetros editáveis é especificado em OPER1, sendo fixo em 6 para este módulo:

%KMXXXX – Posição do módulo no barramento Grano. Para saídas rápidas internas ao controlador (HardFlex) este valor deve ser KM0000.

É importante que este parâmetro seja configurado corretamente, pois uma configuração errada comprometerá o funcionamento deste dispositivo e de outros nestes mesmo HardFlex.

%KMXXXX – Modelo de HardFlex ou módulo no qual está a saída rápida a qual se deseja executar algum comando.

%KM0001 – GR900

%KM0002 – GR901

%KM0003 – GR902

%KM0004 – GR903

%KMXXXX – Número da saída PTO na qual deseja executar algum comando. Ex.: O HardFlex GR901 possui uma saída PTO, portanto esta é a primeira saída PTO deste HardFlex. Sendo assim o número da saída é KM0001. Outros HardFlex podem ter mais saídas rápidas PTO. É por isso que existe esse parâmetro na função que visa ser genérica para qualquer HardFlex que possua estes dispositivos.

É importante que este parâmetro seja configurado corretamente, pois uma configuração errada comprometerá o funcionamento deste dispositivo e de outros neste mesmo HardFlex.

%FXXXX ou %TFXXXX – Primeiro operando de escrita da saída PTO. São três operandos na seguinte ordem:

%FXXXX - Valor da freqüência de regime da saída PTO.

%FXXXX + 1 - Número de pulsos na aceleração/desaceleração do perfil selecionado.

%FXXXX + 2 - Número de pulsos total para o trem de pulsos a ser gerado no próximo disparo.

Em caso de %TFXXXX esta ordem representa o número do índice da tabela que deve ter 3 posições. Para %FXXXX este representa Valor de frequência de regime da saída PTO, enquanto as outras opções estão nos 2 operandos logo após este.

%AXXXX ou %MXXXX – Comando que diz qual o procedimento será executado nesta varredura da função. Possui dois bytes e no caso de %AXXXX, o operando declarado é o mais significativo e o seguinte o menos significativo.

Byte 0 de Comando (%A ou %M)								Descrição
7	6	5	4	3	2	1	0	
							0	Operação normal
							1	Escreve dados do perfil
						0		Perfil: tipo trapezoidal
						1		Perfil: tipo S
					0			Operação normal
					1			Escreve número de pulsos para o próximo disparo
0	0	0	0	0				Sempre zeros

Byte 1 de Comando (%A ou %M)								Descrição
7	6	5	4	3	2	1	0	
							0	Operação normal
							1	Dispara trem de pulsos na saída PTO
						0		Operação normal
						1		Cessa a geração de pulsos na saída PTO
0	0	0	0	0	0			Sempre zeros

Notas das tabelas:

1 – O comando de escrita de dados do perfil (Byte 0 / Bit 0) se baseia nos valores passados de frequência de regime da saída e no número de pulsos da aceleração/desaceleração do perfil selecionado. Este comando é executado em conjunto com o bit que define o tipo do perfil (Byte 0 / Bit 1) que deseja-se gerar. Baseado nestas informação o módulo F fornece uma série de parâmetros ao hardware da saída PTO possibilitando que ao habilitá-la, o perfil desejado seja executado. É fundamental antes de disparar a saída PTO que este comando seja executado para possibilitar o correto funcionamento do dispositivo. O perfil não deve ser reconfigurado para cada disparo, a menos que se necessite.

2 – O comando de escrita do número de pulsos (Byte 0 / Bit 2) pode ser executado no mesmo ciclo ou em qualquer ciclo seguinte a configuração do perfil. Isto significa que ao ser disparado serão gerados o número de pulsos escritos aqui conforme o perfil previamente configurado. Aqui deve ficar claro que o número de pulsos total não é o número de pulsos em regime. O número de pulsos em regime é igual ao número de pulsos total menos o número de pulsos em aceleração e menos o número de pulsos em desaceleração. Para o caso de número de pulsos em total menor que a soma de aceleração e desaceleração é não existem pulsos em regime e a aceleração e desaceleração tem seu numero de pulsos reduzido para satisfazerem o número de pulsos total.

3 – Os bits de disparo (Byte 1 / Bit 0) e de cessamento (Byte 1 / Bit 1) do trem de pulsos são zerados pelo módulo F depois que o comando é repassado para o hardware das saídas. Se um trem de pulsos estiver sendo gerado na saída, um novo disparo não será aceito, e o bit de disparo permanece ligado. Se continuar neste estado, quando ocorrer o final do trem de pulsos a saída será disparada novamente. O cessamento é permitido com a saída em execução. Após ser feito um disparo a saída Erro na faixa de Operandos/Ocupado permanece ligada enquanto os pulsos estiverem sendo gerados ou até que estes sejam cessados via comando.

4 – Assim como o comando de disparo, os comandos de escrita de dados do perfil (Byte 0 / Bit 0) e de escrita do número de pulsos (Byte 0 / Bit 2), também não são executados quando um trem de pulsos já está sendo gerado. Cabe salientar que como os dados que se pretendia escrever não são escritos, permanecem os valores anteriormente carregados. Sendo assim se um novo disparo for dado, ao término deste trem de pulsos, o novo disparo irá executar um perfil com os dados já gravados.

5 – Existe um número mínimo de pulsos na aceleração/desaceleração para que os perfis de aceleração sejam corretamente executados. Este valor é diferente para cada tipo de perfil, sendo que para o perfil do tipo trapezoidal o valor mínimo é de 55 pulsos e para o perfil do tipo curva S o valor mínimo é 138. No caso do valor passado para a função for menor que estes mínimos então não será executada aceleração, sendo que a saída parte do zero diretamente para a freqüência de regime.

%AXXXX ou %MXXXX - Operando onde está armazenado o status da saída PTO.

Byte de Status (%A ou %M)								Descrição
7	6	5	4	3	2	1	0	
							0	Saída PTO parada (Idle)
							1	Saída PTO em operação
						0		Saída PTO fora de aceleração
						1		Saída PTO em fase de aceleração
					0			Saída PTO fora de regime permanente
					1			Saída PTO em fase de regime permanente
				0				Saída PTO fora de desaceleração
				1				Saída PTO em fase de desaceleração
			0					Saída PTO em operação normal
			1					Saída PTO em curto circuito
		0						Operação normal
		1						Saída PTO não parametrizada
0	0							Sempre zeros

Entradas e Saídas

Descrição das entradas:

- Habilita - quando esta entrada está energizada a função é chamada, sendo analisados os parâmetros programados na instrução CHF. Caso os mesmos estejam incorretos, a respectiva saída de erro da função é energizada. Se estiverem corretos, os comandos contidos nos bytes auxiliares %AXXXX são executados, realizando as operações de leitura e escrita conforme especificado. Quando a entrada habilita estiver desenergizada, as instruções anteriormente enviadas ao módulo são mantidas, não executando nenhuma operação de leitura ou escrita no mesmo.

Descrição das saídas:

- Processamento ok – é ativada para indicar sucesso na tentativa de realizar a operação solicitada. Sempre que a operação for concluída com sucesso essa saída é ligada e as restantes são desligadas. Se esta saída estiver desligada significa que ocorreu falha na execução do processo, sendo que o resultado pode ser ou não indicado numa das outras duas saídas.
- Erro parâmetros - é ativada quando existe alguma inconsistência nos parâmetros passados para a função.
- Erro na faixa de Operandos/Ocupado - é ativada quando o valor do operando de frequência estiver fora da faixa de 10 Hz a 20 kHz, quando o número de pulsos na aceleração/desaceleração estiver fora da faixa de 0 a 4.194.303 ou quando o número de pulsos total estiver fora da faixa de 0 a 8.388.607.

É também ativada para dizer que o dispositivo está gerando uma seqüência de pulsos na saída rápida. Caso está saída esteja ligada significa que nenhum dos comandos foi executado. O único comando que pode ser usado nesse caso é o que cessa a geração dos pulsos na saída.

> Cuidado: Se a saída PTO estiver gerando pulsos e a função for acessada a saída Erro na faixa de Operandos/Ocupado estará acionada. Caso se tente escrever algum valor e este estiver fora da faixa o usuário não terá esta informação pois a saída já está ligada. Para saber se a saída está executando ou se ocorreu erro na faixa, consulte o byte de status.

- Todas as saídas desligadas - indica erro na comunicação com os dispositivos selecionados.

Operando de Diagnóstico

Os CPs da Série Grano que possuem Arquitetura HardFlex disponibilizam ao usuário um operando %M com diagnósticos dos pontos de saída a transistor integrados ao microcontrolador e diagnósticos das saídas rápidas PTO pertencentes à função HardFlex GR901. Este operando é definido através do módulo C, e possui o formato abaixo:

Operando %M																Descrição
15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	
															0	Saída PTO parada (Idle)
															1	Saída PTO em operação
														0		Saída PTO fora de aceleração
														1		Saída PTO em fase de aceleração
													0			Saída PTO fora de regime permanente
													1			Saída PTO em fase de regime permanente
												0				Saída PTO fora de desaceleração
												1				Saída PTO em fase de desaceleração
											0					Saída PTO em operação normal
											1					Saída PTO em curto circuito
										0						Operação normal
										1						Saída PTO não parametrizada
			x	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**	**x**							Reservado
		0														Sobrecarga nas saídas a transistor.
		1														Saídas a transistor em funcionamento normal.
x	**x**															Reservado

Este operando assim como os outros declarados no módulo C(na opção Barramento, Configurar)são atualizados independente de qualquer chamada de função. A cada 100 ms o microcontrolador acessa um dos dispositivos declarados(cada dispositivo está representado numa linha da tabela) e atualiza o conteúdo do seu diagnóstico. Por exemplo se estiver configurada a Saída PTO mais outros dois dispositivos o tempo de atualização será três vezes maior que 100 ms, ou seja, 300 ms.

Em casos nos quais o tempo de ciclo do aplicativo é maior que 100 ms, a cada ciclo de varredura é acessado o diagnóstico de um dispositivo declarado.

Características de Utilização

A principal utilização das saídas PTO é em projetos que envolvam controle de posicionamento. Pela característica de gerar apenas um determinado número de pulsos programado esta saída é de grande valia neste tipo de aplicação. Basicamente podem ser utilizados dois tipos de motores para converter estes pulsos em movimento: motores de passo e servomotores.

Outro ponto importante das saídas PTO é que estas possibilitam o arranque dos motores utilizados com uma aceleração suave. Isso implica em que o motor não execute a aceleração em uma única etapa, saindo do repouso direto para a velocidade nominal, mas sim acelerar em etapas até atingir a velocidade de regime.

Esta seção da Característica Técnica tem por objetivo mostrar como podem ser calculados os parâmetros da função tendo como ponto de partida os dados do projeto.

> Atenção: Quando o microcontrolador é colocado em estado de programação, todas as saídas são desabilitadas e zeradas. Sendo assim se um trem de pulsos estiver sendo gerado no instante da passagem para programação, então as saída PTO não executará a desaceleração do perfil.

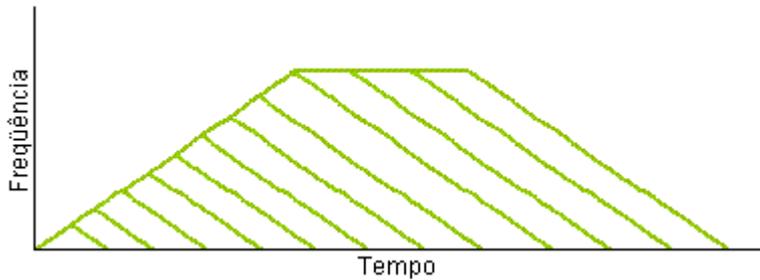
Perfis de Aceleração

Por perfil se compreende a forma como ocorre a variação do sinal desta saída em função do tempo. A saída nada mais faz senão variar a freqüência do sinal em função dos parâmetros programados. Estes dados são escritos na função e são passados para a o hardware da saída quando se seta o bit de comando "Escreve dados do perfil". Os dados são: a freqüência de regime do sinal da saída que está relacionada com a velocidade de regime que se deseja que o motor atinja; o número de pulsos na aceleração/desaceleração que está relacionado com o tempo que a saída levará para acelerar o motor até a velocidade de regime; e o tipo de perfil que define de que forma o motor irá acelerar e qual será sua aceleração máxima.

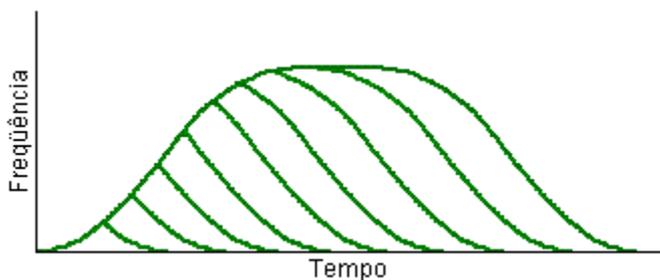
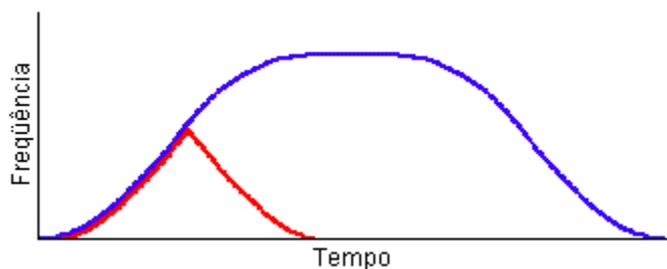
Após serem escritos uma vez os dados do perfil não precisam ser escritos novamente, tendo em vista que somente o acionamento de um motor será feito por esta saída. O motor tem seus parâmetros fixos e assim no programa aplicativo a saída é chamada uma única vez com o intuito de gravar os dados do perfil. As chamadas seguintes podem ser chamadas apenas para escrever o número total de pulsos e disparar a saída. Note que se a aplicação tem por objetivo deslocar a carga do motor sempre a mesma distância(como poderia ser o caso de uma esteira que desloca peças por sobre uma esteira) não é necessário reprogramar o número total de pulsos, mas apenas dispará-la novamente.

A saída PTO do GR901 permite que a aceleração seja feita com dois diferentes perfis.

Perfil do Tipo Trapezoidal

Neste tipo de perfil o motor é acelerado de forma linear, ou seja com aceleração constante.

O gráfico que está esboçado acima mostra as evoluções temporais da freqüência do sinal da saída PTO para diferentes configurações de número total de pulsos.

Perfil do Tipo S

Neste tipo de perfil a variação da aceleração não possui pontos de inflexão. O valor da aceleração é menor no início e no fim do perfil, sendo que ela é máxima na parte intermediária e é 3,6 vezes maior que a aceleração de um perfil do tipo trapezoidal equivalente. As curvas de aceleração e desaceleração são simétricas.

O gráfico que está esboçado acima mostra as evoluções temporais da freqüência do sinal da saída PTO para diferentes configurações de número total de pulsos.

Acima estão dois exemplos de gráfico para uma mesma configuração de perfil. No gráfico em azul a número total de pulsos é maior do que a soma dos pulsos em aceleração e desaceleração. Já no gráfico em vermelho o número total de pulsos é menor que esta soma. Estes exemplos são importantes para demonstrar que o número de pulsos total não influência as características do perfil, porém se este número for inferior a soma de aceleração e desaceleração, a curva de aceleração programada não será executada na sua integridade pois antes disso começará a desacelerar como pode ser visto no gráfico em vermelho.

Este dado remete o fato de que uma das principais características desta saída é sempre gerar o número de pulsos programados pelo usuário, o que faz com que a saída desloque o eixo do motor para a posição exata programada. Assim sendo para o caso em azul o perfil é todo executado, enquanto no caso em vermelho, apenas uma parte do perfil é executada, mas para os dois casos o número de pulsos é exatamente aquele programado pelo usuário, sendo que esta evolução é feita de forma suave para os dois casos.

Cálculo da freqüência de regime

Em geral, os motores utilizados para posicionamento tem especificado qual é a sua resolução, ou seja, quantos passos são necessários para se completar uma volta. Os motores de passo por exemplo, possuem como um de seus parâmetros o ângulo desenvolvido a cada passo. Sendo assim o número de passos por volta pode ser conhecido dividindo 360 por este valor.

$$p = \frac{360}{\theta}$$

onde: *p= número de passos por volta*

θ= *ângulo desenvolvido a cada passo*

Já os servos possuem este dado diretamente indicado nas características dos seus drivers.

Para fazer o calculo da freqüência de regime é necessário saber também a velocidade nominal do motor. Os motores de passo em geral não tem este parâmetro muito bem definido. Os fabricantes definem uma curva de torque por velocidade. Cabe então ao projetista identificar qual o tipo de aplicação e qual o torque desejado. Em função disso é possível determinar a melhor velocidade de regime. Já nos servomotores esta característica é bem definida. Num gráfico de torque por velocidade fica clara uma faixa de velocidades na qual o torque se mantém constante. Estas velocidades são normalmente definidas em rpm(rotações por minuto).

De posse destes dados é possível calcular a freqüência de regime da saída como sendo:

$$f = \frac{\mathrm{p} \times \mathrm{V}}{60}$$

onde: *f = freqüência de regime da saída PTO em Hz*
V= velocidade de regime do motor em rpm

Calculo dos parâmetros de aceleração

A aceleração máxima a qual o motor pode ser submetido é diretamente proporcional ao torque do motor e inversamente proporcional a soma da inércia do motor e a inércia de carga.

$$A = 95{,}5 \times 10^{6} \times \frac{T}{J}$$

onde: *A= aceleração em rpm/s*
T= torque do motor
J= inércia total em g.m² = Jm(inércia do motor) + Jc(inércia de carga)

Para uma aceleração linear (perfil trapezoidal) o tempo de aceleração pode ser calculado da seguinte maneira:

$$t = \frac{V}{A}$$

onde: *t= tempo de aceleração*

Este tempo calculado, é o tempo de aceleração, para que a aceleração seja máxima e que foi calculado em função dos parâmetros do motor. Este é o tempo mínimo que o motor deve permanecer na fase de aceleração. A partir deste valor é possível calcular o número de passos durante a fase de aceleração, parâmetro este que é passado para a função
F-SAIDR.009.

$$N = \frac{5{,}5 \times f \times t}{10}$$

onde: *N= número de pulsos na fase de aceleração/desaceleração*

É importante salientar que para um perfil do tipo S a aceleração máxima é 3,6 vezes maior que a aceleração para o perfil trapezoidal. Desta forma para um perfil S o tempo de aceleração deve ser 3,6 vezes maior que o calculado para um perfil trapezoidal de mesma freqüência de regime, de modo que a aceleração máxima não ultrapasse a aquela calculada em função dos parâmetro do motor.

Como existe um número mínimo de pulsos na aceleração/desaceleração para que os perfis de aceleração sejam corretamente executados, é importante tomar alguns cuidados. No caso do número de pulsos na fase de aceleração/desaceleração for menor que o mínimo para execução do perfil(para o perfil do tipo trapezoidal o valor mínimo é de 55 pulsos e para o perfil do tipo curva S o valor mínimo é 138), a freqüência de saída parte do zero direto para a freqüência de regime sem executar aceleração. Sendo assim o manual do motor deve ser consultado e uma freqüência de regime mais baixa deve ser passada como parâmetro para que esta seja executada.

Exemplo de aplicação com motor de passo

Para fazer o calculo dos parâmetros de uma aplicação é necessário escolher um motor e um driver para tal finalidade. O motor de passo escolhido como exemplo de aplicação é o HT23-394 em conjunto com um driver 3540i, ambos disponibilizados pela Applied Motion (http://www.applied-motion.com/). Para este motor o ângulo θ desenvolvido a cada passo é de 1,8°.

$$p = \frac{360}{1{,}8} = 200\, passos\, /\, volta$$

Speed(rpm)	Torque(N.m)	
Voltage	24V	40V
60	0,28	0,28
120	0,27	0,27
180	0,27	0,26
240	0,26	0,25
300	0,26	0,25
600	0,23	0,24
900	0,22	0,23
1200	0,16	0,22
1500	0,14	0,20
1800	0,11	0,16
2100	0,10	0,15
2400	0,07	0,13

Conforme a tabela acima o torque para este motor alimentado com 40 V é praticamente constante numa velocidade de até 1200 rpm. Considerando o torque nesta velocidade como sendo 0,22 N.m é possível calcular a freqüência de regime da saída PTO.

$$f = \frac{200 \times 1200}{60} = 4000 Hz$$

Para o cálculo da aceleração máxima é necessário o conhecimento da inércia do sistema. A inércia do motor(Jm) é de 120g.m². Considerando uma carga com inércia (Jc) de 600g.m², temos uma inércia total de 720g.m². A aceleração máxima pode ser calculada como sendo proporcional a razão entre torque e inércia do sistema.

$$A = 95{,}5 \times 10^{6} \times \frac{0{,}22}{720} = 29000 rpm / s$$

$$t = \frac{1200}{29000} = 0{,}041 s$$

$$N = \frac{5{,}5 \times 4000 \times 0{,}041}{10} = 90\, pulsos$$

Portanto para esta aplicação exemplo, a saída PTO seria configurada para uma freqüência de regime de 4000Hz e com 90 pulsos na fase de aceleração/desaceleração para o caso de um perfil do tipo trapezoidal ou 3,6 vezes isso para o caso de um perfil do tipo S.

Exemplo de aplicação com servomotor

Para dimensionamento dos parâmetros de uma aplicação é necessário escolher um motor e um driver para tal finalidade. Esta CT não tem por objetivo demostrar uma aplicação com motores desse tipo. Caso necessário consulte o fabricante de motores e drivers e confronte as informações destes com as informações apresentadas aqui. Sugerimos consultar o site de fabricantes especializados, como a Applied Motion (http://www.applied-motion.com/), para a escolha dos servomotores adequados.

Manuais

Para maiores detalhes técnicos, configuração, instalação e programação das funções HardFlex em produtos da série GRANO, os seguintes documentos devem ser consultados:

Código do Documento	Descrição
CT109130	Características Técnicas da Série GRANO
MU210000	Manual de Utilização da Série GRANO
MU203600	Manual de Utilização MasterTool